

**COMPARACIÓN TÉCNICA DE PEGANTES PARA CERÁMICA CON
CONTENIDOS DE LÁTEX Y POLÍMEROS**

**JOHAN DAVID CAJAMARCA GONZÁLEZ
JEISON MAURICIO ACERO CASTRO**

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
ALTERNATIVA INVESTIGACIÓN
BOGOTÁ, D.C.
2015**

**COMPARACIÓN TÉCNICA DE PEGANTES PARA CERÁMICA CON
CONTENIDOS DE LÁTEX Y POLÍMEROS**

**JOHAN DAVID CAJAMARCA GONZÁLEZ
JEISON MAURICIO ACERO CASTRO**

**Trabajo de grado para optar al título de
Ingeniero Civil**

**Director
Ing. Juan Carlos Ruge Cárdenas**

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
ALTERNATIVA INVESTIGACIÓN
BOGOTÁ, D.C.
2015**



Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Colombia (CC BY-NC-ND 2.5 CO)

Este es un resumen legible por humanos (y no un sustituto) de la [licencia](#).

[Advertencia](#)

Usted es libre para:



Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

El licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

Bajo los siguientes términos:



Atribución — Usted debe darle crédito a esta obra de manera adecuada, proporcionando un enlace a la licencia, e indicando si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo del licenciante.



NoComercial — Usted no puede hacer uso del material con finés comerciales.



Sin Derivar — Si usted mezcla, transforma o crea nuevo material a partir de esta obra, usted no podrá distribuir el material modificado.

No hay restricciones adicionales — Usted no puede aplicar términos legales ni medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros hacer cualquier uso permitido por la licencia.

Aviso:

Usted no tiene que cumplir con la licencia para los materiales en el dominio público o cuando su uso esté permitido por una excepción o limitación aplicable.

No se entregan garantías. La licencia podría no entregarse todos los permisos que necesita para el uso que tenga previsto. Por ejemplo, otros derechos como relativos a publicidad, privacidad, o derechos morales pueden limitar la forma en que utilice el material.

NOTA DE ACEPTACIÓN

PRESIDENTE DEL JURADO

FIRMA JURADO

FIRMA JURADO

Bogotá, D.C. noviembre, de 2015

DEDICATORIA

*A nuestros padres
Gracias a ellos llegamos a este punto.*

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios, a la Virgen María y al divino niño Jesús que nos han iluminado en esta etapa de nuestra vida, han estado con nosotros en momentos de alegría y tristeza, nunca nos han desamparado, ellos son el motor primordial de nuestra vida, hemos pasado por momentos difíciles pero ellos nos han guiado nuestro camino y es por esto que hoy en día finalizaremos nuestra carrera universitaria y poder cumplir un gran sueño, una gran meta que es ser grandes Ingenieros Civiles. Siempre estaremos agradecidos con ellos.

Agradecemos a lo más importante que tenemos en nuestras vidas, a nuestros padres, José Cajamarca, Nidia González y Blanca Castro. Ya que ellos fueron fundamentales para que pudiéramos cumplir esta gran meta, de poder terminar nuestra carrera universitaria. Fueron, son y serán nuestro aliento, nuestro apoyo incondicional, los que nos motivaron hasta el final y por eso nuestra gratitud y todo nuestro amor hacia ellos, somos como somos gracias a ellos, no nos alcanzara la vida para agradecerles todo lo que han hecho por nosotros, solo le pedimos a Dios que no los tenga con nosotros por mucho tiempo.

Agradecemos a la Universidad Católica de Colombia, institución que nos formó como personas, como futuros Ingenieros Civiles, en el cual cada semestre fuimos aprendiendo sobre esta carrera al mismo tiempo nos fuimos enamorando de esta gran profesión, cada día aprendimos grandes cosas sobre esta hermosa carrera, por esto mismo nos sentiremos orgullosos de ser Ingenieros Civiles egresados de la Católica.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	15
1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN	16
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
1.2 OBJETIVOS	18
1.2.2 Objetivos específicos	18
1.3 LIMITACIONES	19
1.4 MARCO REFERENCIAL	19
1.4.1 Marco teórico	19
1.4.1.1 Adhesivos para la colocación de cerámicas	20
1.4.1.2 El látex	21
1.4.2 Marco conceptual	21
1.4.2.1 Adhesivos de látex	21
1.4.2.2 Tipos de adhesivos	22
1.4.2.3 Adherencia	22
1.4.2.4 Deslizamiento reducido (T)	24
1.4.2.5 Deformaciones	24
1.4.2.6 Ensayos de tracción	27
1.4.2.7 Cuerpo principal	27
2. DESLIZAMIENTO EN SUPERFICIES VERTICALES	28
2.1 ENSAYO PEGANTE PEGACOR	29
2.2 ENSAYO PEGANTE PORTLAND	34
2.3 RESULTADOS	37
2.3.1 Pegante Pegacor	37
2.3.2 Pegante Portland	38
3. RESISTENCIA A LA TRACCION DE MORTEROS (PEGANTE) PARA ESPECIMENES CERAMICOS	39
3.1 PEGANTE PEGACOR	39
3.2 PEGANTE PORTLAND	41
3.3 ENSAYO TRACCIÓN PEGANTE PEGACOR	45
3.4 ENSAYO TRACCIÓN PEGANTE PORTLAND	47
3.5 RESULTADOS ENSAYO TRACCION	50
3.5.1 Pegante Pegacor	50
3.5.2 Pegante Portland	50
4. MICROSCOPIO ELECTRONICO DE BARRIDO (MEB)	51
4.1 DEFINICION	51
4.2 FUNCIONAMIENTO	51
4.3 ANÁLISIS MICROSCÓPICO PEGANTE PEGACOR	52

	pág.
4.4 ANÁLISIS MICROSCÓPICO PEGANTE PORTLAND	55
5. CONCLUSIONES	58
BIBLIOGRAFÍA	59

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Polímero de reacción rápida y en cadena	19
Figura 2. Adhesivos para cerámicas	20
Figura 3. Aplicación de pegantes para hacer adherencia con la cerámica	21
Figura 4. Proceso de deformación	25
Figura 5. Máquina de tracción directa	26
Figura 6. Fundición de placa de mortero	28
Figura 7. Placa de mortero con superficie lisa para tiempo de fraguado	29
Figura 8. placa de mortero con cinta de enmascarar y regla metálica	29
Figura 9. Aplicación de segunda capa pegante Pegacor la placa	30
Figura 10. Pasada de llana dentada con inclinación de 60° a capa gruesa de pegante Pegacor	30
Figura 11. Aplicación de peso de 50 N a la baldosa durante 30s	31
Figura 12. Aplicación de peso de 50 N a la baldosa durante 30s	31
Figura 13. Posición vertical de la baldosa con pegante Pegacor	32
Figura 14. Lectura de deslizamiento vertical después de 20 min	32
Figura 15. Proceso anterior con baldosa N.2	33
Figura 16. Lectura de distancia entre baldosa y regla metálica, baldosa N.2	33
Figura 17. Aplicación de primera capa delgada de pegante Portland a la placa	34
Figura 18. Segunda capa de pegante Portland con pasada de llana dentada y barras espaciadoras	34
Figura 19. Baldosas números 1 y 2 en posición vertical con pegante Portland	35
Figura 20. Lectura de deslizamiento después de 20 min baldosa N.1	35

	pág.
Figura 21. Lectura de deslizamiento después de 20 min baldosa N.2	36
Figura 22. Baldosa número 3 en posición vertical con pegante Portland	36
Figura 23. Lectura de deslizamiento vertical después de 20 min, baldosa N.3	37
Figura 24. Preparación de pegante Pegacor para mezcla homogénea	39
Figura 25. Aplicación de mezcla homogénea a baldosa	40
Figura 26. Pasada de llana dentada con inclinación de 60° a baldosa con pegante Pegacor	40
Figura 27. Colocación de peso de 20 N a baldosa durante 30s.	41
Figura 28. Pegante Portland lista para preparación	41
Figura 29. Agregación de agua al pegante para generar mezcla homogénea	42
Figura 30. Mezcla homogénea de pegante Portland	42
Figura 31. Aplicación de llana dentada con ángulo de 60° a baldosa	43
Figura 32. Adición de platinas y barras de acero para baldosas con contenidos de pegante Pegacor y Portland	43
Figura 33. Barras de acero con longitud de 4 y 8 cm por lado y lado de la baldosa	44
Figura 34. Máquina de tracción directa	44
Figura 35. Instalación de baldosa con pegante Pegacor a máquina de tracción directa	45
Figura 36. Instalación finalizada de baldosa a Máquina de tracción directa con deformímetro	45
Figura 37. Falla de baldosa con pegante Pegacor	46
Figura 38. Lectura de registro de fuerza a tracción suministrada por la máquina, para la baldosa	46
Figura 39. Pegante Pegacor cuando llega a la falla	47

	pág.
Figura 40. Instalación de baldosa con pegante Portland a máquina de tracción directa	47
Figura 41. Instalación finalizada de baldosa lista para ser sometida a tracción	48
Figura 42. Pegante Portland cuando llega a la falla	48
Figura 43. Baldosa con pegante Portland en falla	49
Figura 44. Máquina de tracción directa con su respectiva carga a tracción dada en Kilogramos (Kg)	49
Figura 45. Partículas de Pegacor a diferentes acercamientos	52
Figura 46. Espectro de composición química de partícula Pegacor	53
Figura 47. Partícula química Pegacor	53
Figura 48. Elementos químicos encontrados en la partícula Pegacor	54
Figura 49. Forma de partículas a diferentes acercamientos pegante Portland	55
Figura 50. Espectro de composición química de partícula Portland	56
Figura 51. Partícula de Portland sometida a análisis EDS	56
Figura 52. Elementos químicos encontrados en la partícula Portland	57

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Comparación técnica de pegantes para cerámica	50
Cuadro 2. Elementos químicos de la partícula Pegacor	54
Cuadro 3. Elementos químicos de la partícula Portland	57

GLOSARIO

LÁTEX: es una sustancia natural obtenida a partir de hidrocarburos saturados, caracterizada por su insolubilidad en agua.

POLÍMERO: son macromoléculas generalmente orgánicas formadas por la unión de moléculas más pequeñas llamadas monómeros.

COHESIÓN: unión entre las moléculas de un cuerpo, debido a la fuerza de atracción molecular.

TENACIDAD: fuerza que impulsa a seguir con empeño y sin desistir en algo que se quiere hacer o conseguir.

REVESTIMIENTO: capa de algún tipo de material con la que se cubre una superficie.

TRACCIÓN: se denomina tracción al esfuerzo interno al que está sometido un cuerpo por la aplicación de dos fuerzas que actúan en sentido opuesto, y tienden a estirarlo.

ADHESIVOS: material no-metálico el cual es capaz de unir 2 sustratos mediante los mecanismos de adhesión (desarrollados entre el adhesivo y el sustrato) y los mecanismos de cohesión (desarrollados en el interior del propio adhesivo). Tal y como expone la definición anterior, un adhesivo es un material no metálico, generalmente se refiere a los adhesivos a materiales compuestos por polímeros orgánicos que se encuentran en un estado líquido cuando se aplican y se transforman en un estado sólido tras su posterior curado o endurecimiento.

ADHESIÓN: corresponde a todas las fuerzas o mecanismos que mantiene unido el adhesivo con cada sustrato, el término de adhesión hace referencia al conjunto de los mecanismos y fuerzas situadas en una fina capa (capa límite) existente entre el sustrato y el propio adhesivo.

DEFORMACIÓN TRANSVERSAL: es la deformación registrada en el centro de una capa de adhesivo endurecido. Se utiliza para evaluar la deformabilidad del adhesivo.

DEFORMACIÓN POR CIZALLAMIENTO: deformación lateral de un cuerpo causada por un esfuerzo cortante, que se define como la tangente del ángulo de distorsión de la deformación. También llamada deformación tangencial unitaria, distorsión angular unitaria.

ENSAYO DE TRACCIÓN: prueba o ensayo que se emplea para determinar el comportamiento de un material al ser sometido a una tracción axial; se trata de la prueba más corriente para materiales estructurales. También llamado prueba de tracción.

RESISTENCIA A TRACCIÓN: resistencia que ofrece un material a la rotura cuando está sometido a un esfuerzo de tracción.

ADHERENCIA: la adherencia se define como la capacidad de transmitir una fuerza procedente del adherente a través de la unión adhesiva, teniendo en cuenta un sistema formado por dos materiales a unir llamados adherentes y un segundo material que sirve de nexo de unión denominado unión adhesiva.

DEFORMACIÓN: se define los movimientos que producidos por esfuerzos mecánicos sometidos a un sistema adhesivo/adherente, provocan deformaciones de éste sin pérdida de cohesión.

ADHESIVO CEMENTOSO: llamado también cemento cola o mortero cola. Está diseñado para la colocación de revestimientos cerámicos y de piedras naturales. Su composición está basada en el cemento y resinas sintéticas hidrosolubles. La normativa que lo regula es la UNE EN 12004 y se clasifica como C.

INTRODUCCIÓN

“El látex natural ha sido utilizado para diversos usos entre ellos se encuentra, la fundición de yeso, cemento, metales, entre otros. Látex incluso se está utilizando para ayudar a estabilizar los suelos del desierto para que sean adecuados para usos agrícolas”.¹

“El polímero ha tenido un gran avance al cual se le han dado varios usos que se reflejan en la vida cotidiana. En la parte de la construcción, los polímeros son utilizados para las tuberías para que sea inerte a los agentes químicos y no haya oxidación de la misma, también es empleado como aislante térmico”.²

En la presente investigación se pretende analizar y verificar el comportamiento que tiene el material látex y polímero, con el fin de buscar cuál será el más viable para la aplicación como pegante para cerámica.

Este se llevará a cabo por medio de ensayos de laboratorio que permita medir la resistencia que tiene el pegante con presencia de látex y polímero, en el cual se les aplicará ensayos de resistencia a la compresión, retención de agua, entre otros. Al cabo de dichos ensayos con sus respectivos resultados se propone realizar un estudio comparativo y obtener como resultado el material indicado para que cumpla la función como pegante para cerámica.

¹ HAIKU-FUTON. Latex [en línea]. Gipuzkoa: La Empresa [citado 30 julio, 2015]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.haiku-futon.com/2010/06/20/latex-natural-latex-sintetico/>>

²EL CUADERNO DE ALEMARA. Polímeros [en línea]. Madrid: La Empresa [citado 30 julio, 2015]. Disponible en Internet: <URL: <http://.blogspot.com/2012/03/ejemplos-de-polimeros-en-la-vida.html>>

1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

“Para el uso del látex, en la construcción, se utiliza en la parte de acabados en la aplicación de pintura en las fachadas de las casas. En el cual este material ofrece un excelente poder cubriente y alta resistencia a la intemperie. Tiene una gran adherencia en superficies de fibrocemento”.³

“Aparte del látex natural para el uso de la construcción también es utilizado el látex adhesivo o impermeabilizante. El ADIFLEX es un látex que permite la flexibilidad adhesión y permeabilidad de los cementos cola sustituyendo el agua en el amasado. El cemento cola es el que sostiene la cerámica pero para que el cemento cumpla esta función requiere de un recredido de mortero”.⁴

Para llevar a cabo todos estos usos que se le da al látex radica desde los años 70, en donde, fue descubierto el árbol del caucho por el británico Charles Marie de la Condamine, quien utilizó el látex para revestir su equipaje ya que esta generaba propiedades elásticas e impermeables. En el siglo XIX los españoles descubrieron que el látex estaba compuesto por hidrocarburos. En los últimos tres siglos, grandes países como Brasil, Tailandia, Indonesia, entre otros. Se han fortalecido con esta propiedad natural y han logrado implementarlo en grandes ramas en este caso la construcción.⁵

El estudio de los polímeros se fue desarrollando desde la época de Charles Goodyear cuando se generó la vulcanización. Los polímeros naturales tales como la lana, seda, celulosa, han sido utilizados a través de la historia dando resultados satisfactorios. El primer polímero sintético fue descubierto en 1907 por el químico Leo Hendrik Baekeland, cuando fabricó la baquelita, años siguientes se fabricó el poliestireno. En la segunda guerra mundial se dio el gran avance de sustituir el caucho natural por el caucho sintético.⁶

En el mercado se encuentran diferentes tipos de pegantes para cerámicas que además de existir gran cantidad y variedad, ofrecen adherencia de forma permanente, siendo esto uno de los motivos de preocupación a la hora de utilizarlos ya que pueden atentar con la salud de la persona que los manipula. A la hora de determinar que pegante emplear en cualquier proyecto, ya sea interior

³ SHERWIN WILLIAMS. Uso del latex [en línea]. Santiago: La Empresa [citado 24 julio, 2015]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.preguntaleasherwin.cl/2013/latex-construccion-kempro-para-profesionales/>>

⁴ FIXCER. Adhesivos para la construcción [en línea]. Barcelona: La Empresa [citado 24 julio, 2015]. Disponible en Internet: <URL:<http://www.fixcer.com/en/Products/Adhesive-or-waterproofed-Latex/Adiflex.axd>>

⁵ MUY INTERESANTE. ¿De dónde sale el latex? Barcelona: La Empresa [citado 24 julio, 2015]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.muyinteresante.es/curiosidades/elcaucho>>

⁶ WIKIPEDIA. Los polímeros [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 24 julio, 2015]. Disponible en Internet: <URL: <https://es.wikipedia.org/wiki/Pol%C3%ADmero#Historia>>

o exterior es necesario valorar gran variedad de aspectos que sin lugar a duda van a redundar en el bienestar y protección de quienes estén involucrados.⁷

Los fabricantes de adhesivos pueden verse afectados, en cierta medida, por la ley básica de residuos tóxicos y peligrosos, en cuanto que en ella se lista una relación de materias y sustancias tóxicas y peligrosas, entre las que se encuentran los componentes de algunos adhesivos. Además, siendo los adhesivos, productos que pueden ser fácilmente eliminados por vía acuosa, se convierten en importantes contaminantes medio-ambientales. Fabricantes y usuarios industriales pueden, también, verse afectados por el Plan Nacional de Residuos Industriales.

Los materiales polímeros, plásticos y cauchos, antes de salir al mercado son sometidos a distintos ensayos para obtener un completo conocimiento de sus características que garanticen el uso fiable de la aplicación para la que fueron creados.

Los materiales polímeros dada la estructura característica que poseen, se comportan según sea ésta de modo similar o diferente al comportamiento conocido de otros materiales. No solamente influye en su comportamiento final la estructura química que posean, sino que también hay que tener en consideración las condiciones del procedimiento de moldeo seguido para su fabricación.

Se hace necesario entonces hacer ensayos sobre los materiales para sí poder establecer sus propiedades que sin duda arrojarán datos importantes en el momento de la selección del material y del diseño de los productos para ofrecer un producto de calidad.⁸

En el comercio se encuentran dos productos adhesivos para cerámicas con contenidos de polímeros y látex como el portland y el caucho, pero no se encuentra una comparación técnica entre estos dos materiales, es importante realizar comparación técnica mediante ensayos de laboratorio entre estos dos elementos para determinar cuál arroja mejor resultado, seguridad y calidad que satisfaga las exigencias requeridas según la norma Técnica Colombiana NTC 4381 y así a la hora de ejecutar un proyecto, poder determinar cuál de estos implementar para que proporcione una mejor confiabilidad en el momento de utilizarlo y que ofrezca acabados duraderos, confortables y además garantice calidad de acuerdo a las exigencias actuales.

⁷ COAATMCA. Adhesivos para la construcción [en línea]. Mayorca: La Empresa [citado 24 julio, 2015]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.coaatmca.com/docs/default-source/publicaciones-digitales/adhesivos-para-la-colocaci%C3%B3n-de-baldosas-er%C3%A1micas.pdf?sfvrsn=>

⁸ UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA. ensayos en materiales polímeros [en línea]. Madrid: La Empresa [citado 24 julio, 2015]. Disponible en Internet: <URL: http://portal.uned.es/portal/page?_pageid=93,25604862,93_25884686&_dad=portal&_schema=PORTAL&idAsignatura=21155076>

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las cerámicas se han utilizado en la construcción desde miles de años atrás comenzando por la decoración de paredes hasta los pavimentos permitiendo desbordar la creatividad y el diseño de profesionales en el ramo de la construcción. Uno de los aspectos más relevantes es la adhesión de las cerámicas, puesto que es la más principal característica que este tipo de pegante debe cumplir cuando es usado en la industria cerámica.

Se conoce que existen inconvenientes en los pisos que sin lugar a duda podrían poner en riesgo un excelente diseño. Por lo tanto es importante saber que para obtener terminados perdurables y con éxito se debe tener en cuenta la calidad de los adhesivos y los materiales de revestimiento según las necesidades específicas del proyecto en ejecución. Hoy por hoy no existen adhesivos para todo propósito que combinen todas las propiedades deseadas, siendo necesario llegar a un equilibrio entre su cohesión y tenacidad, fortaleza, durabilidad, resistencia a la corrosión y tardío envejecimiento. Los adhesivos deben, continuamente, mejorar sus prestaciones adaptándose a las realidades y situaciones nuevas.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general. Realizar ensayos de laboratorio de acuerdo a la norma NTC 4381, con el fin de definir una comparación técnica entre adhesivos para cerámica que contengan látex y polímeros utilizados en la industria de la construcción

1.2.2 Objetivos específicos.

- Realizar un análisis detallado de los materiales adhesivos de revestimiento cerámicos, como el látex y los polímeros para tener bien claro la comparación técnica
- Describir detalladamente las propiedades más relevantes que contiene cada material, en este caso para el ensayo se utilizara pegante Portland (látex) y Pegacor (polímeros).
- Diseñar el montaje de laboratorio correspondiente para la realización de dichos ensayos propuesto por la norma técnica colombiana (NTC) con el fin de evaluar la resistencia para pegantes en revestimientos cerámicos y así obtener excelentes resultados.
- Analizar los resultados obtenidos en el ensayo de laboratorio con los materiales dados (a base de látex y polímeros).

- Realizar una comparación técnica de cuáles fueron las reacciones, comportamiento, funcionamiento de estos pegantes sometidos a los ensayos de resistencia, dando a razón cual es más factible para su utilización.

1.3 LIMITACIONES

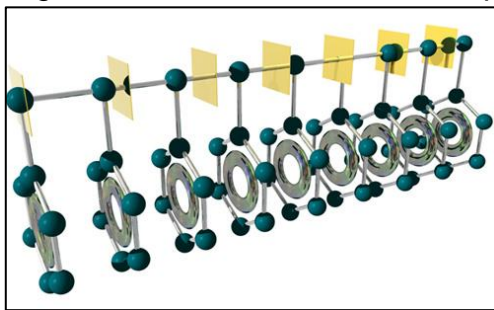
Se encontró como limitación, el cronograma apropiado para la utilización del laboratorio, pero, la mayor limitación es que los equipos existentes en el laboratorio satisfagan con los ensayos propuestos por las normas técnicas, con el fin de realizar un ensayo exitoso, el cual se espera obtener resultados favorables y a la vez confiables.

1.4 MARCO REFERENCIAL

1.4.1 Marco teórico. Por mucho tiempo la industria de la construcción ha venido utilizando cerámica, baldosas entre otros, para decorar paredes, pisos, balcones, fachadas, existiendo autonomía para crear formas ideales y creativas, con una gran variedad de materiales, que muestran un excelente comportamiento en cuanto mantenimiento, durabilidad y funcionalidad. “En el mundo moderno uno de los materiales más empleados en las obras civiles son los polímeros los cuales son compuestos químicos resultantes de reacciones involucrando moléculas uniéndose unas con otras en una reacción rápida y en cadena”.⁹

En la Figura 1 se muestra la composición química del polímero reacción en cadena

Figura 1. Polímero de reacción rápida y en cadena



Fuente. OMICRONO. Polimeros [en línea]. Barcelona: La Empresa [citado 24 julio, 2015]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.omicrono.com/2011/04/cientificos-suizos-crean-un-material-autoreparable/>>

⁹ ASOCIACIÓN DE FABRICANTES DE MORTEROS Y SATE. Morteros adhesivos [en línea]. Barcelona: La Empresa [citado 24 julio, 2015]. Disponible en Internet: <URL:http://www.anfapa.com/downloads/47_monografia-morteros--adhesivos-y-materiales-de-rejuntado-ok.pdf>

1.4.1.1 Adhesivos para la colocación de cerámicas.

Son materiales para la colocación de baldosas cerámicas que se fabrican industrialmente y se suministran en uno o varios componentes para su aplicación por el sistema de capa delgada. Tradicionalmente se conocían como cementos cola o morteros cola, sin embargo, con la aprobación de la UNE EN 12004 se ha adoptado un término más específico a su función y pasan a denominarse Adhesivos para la Colocación de Baldosas Cerámicas ya que a los tradicionales con base cemento (morteros cola) se unen ahora los adhesivos de Dispersión (pastas adhesivas) y los adhesivos de Resinas de Reacción. Este cambio viene dado por la evolución de la industria de la baldosa que ha incorporado piezas de mayor tamaño y de menor absorción, como el gres porcelánico, lo que ha generado nuevos requerimientos para el pegado de esas piezas, provocando asimismo una evolución en la industria de los adhesivos que ha desarrollado productos que aseguran una colocación duradera, lo que era inviable con un mortero tradicional.¹⁰

A continuación se observa la colocación de adhesivos en baldosas para cerámica en donde se toma la adherencia y deformabilidad.

Figura 2. Adhesivos para cerámicas



Fuente. ASOCIACIÓN DE FABRICANTES DE MORTEROS Y SATE. Morteros adhesivos [en línea]. Barcelona: La Empresa [citado 24 julio, 2015]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.anfapa.com/es/divulgacion/333/adhesivos-colocacion-de-baldosas-ceramicas-adherencia-y-deformabilidad>>

¹⁰ COAATMCA. Adhesivos para la construcción [en línea]. Mayorca: La Empresa [citado 24 julio, 2015]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.coaatmca.com/docs/default-source/publicaciones-digitales/adhesivos-para-la-colocaci%C3%B3n-de-baldosas-er%C3%A1micas.pdf?sfvrsn=>>

1.4.1.2 El látex.

El látex es un jugo de tipo lechoso de color blanco que tienen algunos vegetales. Se encuentra en el interior de unos canales laticíferos y se expulsa por la corteza de la planta. La planta más usada para aprovechar su látex es el árbol del caucho ('*Hevea brasiliensis*'). En la industria se usa el látex para hacer materiales elásticos (para reforzar artículos textiles, para fabricar productos médicos como guantes y preservativos, para fabricar cámaras de aire y neumáticos, etc.).¹¹

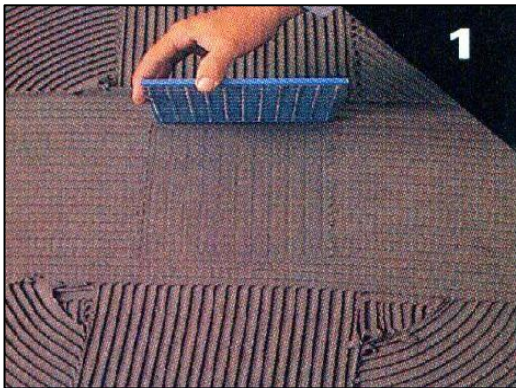
Es útil por ser elástico, no dejar pasar el aire, evitar la humedad y no conducir la electricidad. En el contexto de la Norma Técnica Colombiana NTC 4361, es importante tener en cuenta los ensayos y requisitos mínimos que debe cumplir un mortero o adhesivo para cerámicas.

La instalación y manejo del revestimiento cerámico con mortero de ligante mezclado debe cumplir con los requisitos aplicables de las especificaciones de la norma ANSI para revestimientos cerámicos instalados con morteros cola de cemento Portland, ANSI A108.5 y las recomendaciones de instalación del fabricante

1.4.2 Marco conceptual.

1.4.2.1 Adhesivos de látex. Un látex consiste en partículas pequeñas de polímeros curado suspendidas en agua. Al secarse, las partículas se sinterizan y quedan unidas por fuerzas de van der Waals. La resina seca es insoluble en agua. El calentamiento funde al polímero y mejora las propiedades físicas.

Figura 3. Aplicación de pegantes para hacer adherencia con la cerámica



Fuente. ARQHYS. Adherencia material [en línea]. Barcelona: La Empresa [citado 24 julio, 2015]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.arqhys.com/construccion/materiales-adherencia.html>>

¹¹ ENCICLOPEDIA SALUD. Que es el latex [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 24 julio, 2015]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.encyclopediasalud.com/categorias/ecologia-biologia-y-biomedicina/articulos/que-es-el-latex>>

1.4.2.2 Tipos de adhesivos. La UNE EN 12004 distingue tres tipos de adhesivos:

- Adhesivo cementoso (C). Mezcla de conglomerantes hidráulicos, cargas minerales, y aditivos orgánicos, que solo tiene que mezclarse con agua justo antes de su uso.
- Adhesivo en dispersión (D). Mezcla de conglomerante(s) orgánico(s) en forma de polímero en dispersión acuosa, aditivos orgánicos y cargas minerales, que se presenta lista para su uso.
- Adhesivo de resinas reactivas (R). Mezcla de resinas sintéticas, aditivos orgánicos y cargas minerales cuyo endurecimiento resulta de una reacción química. Están disponibles en forma de uno o más componentes. Características fundamentales, son las que todo adhesivo debe cumplir dentro de su grupo, C, D o R.
 - Adherencia inicial
 - Adherencia tras inmersión en agua
 - Adherencia tras envejecimiento con calor
 - Adherencia tras ciclos de hielo- deshielo
 - Tiempo abierto

Características opcionales se dividen en dos grupos

- **Características adicionales.** Para condiciones de uso donde se necesitan unos mayores niveles de prestación y valores superiores de las características fundamentales.
- **Características especiales.** Ofrecen una mayor información sobre las prestaciones generales del adhesivo.

1.4.2.3 Adherencia.

La adherencia es el conjunto de fuerzas de relación que se establecen en la unión entre dos superficies, de igual o distinta naturaleza, cuando entran en contacto. La adherencia de los adhesivos para colocación de baldosas cerámicas es la capacidad que tiene el material de agarre para fijar la pieza cerámica a un determinado soporte, fuerza máxima por unidad de superficie que puede ser medida por la resistencia a la tracción o a la cizalladura. Se determina según UNE EN 1348.¹²

¹² COAATMCA. Adhesivos para la construcción [en línea]. Mayorca: La Empresa [citado 24 julio, 2015]. Disponible en Internet: <URL:<http://www.coaatmca.com/docs/default-source/publicaciones-digitales/adhesivos-para-la-colocaci%C3%B3n-de-baldosas-cer%C3%A1micas.pdf?sfvrsn=4>>

En general, el fenómeno de la adherencia tiene lugar cuando se está frente a un sistema formado por dos materiales que se pretenden unir y se llaman adherentes, y un segundo material que establece la unión y que denominamos junta o unión adhesiva. La adherencia se puede definir como la capacidad de transferir una fuerza procedente del adherente a través de la unión adhesiva. De hecho, la adherencia será tanto mayor cuanto mayor sea la energía mecánica que puede absorber la unión adhesiva. En consecuencia, se cuantifica la adherencia por la fuerza que se puede aplicar a la unión adhesiva hasta el instante en que se manifiesta la disminución de dicha adherencia.

En la práctica, la adherencia tiene lugar por la concurrencia de dos conceptos de adhesión: mecánica y química. General, el fenómeno de la adherencia tiene lugar cuando se está frente a un sistema formado por dos materiales que se pretenden unir y que se llaman adherentes, y un segundo material que establece la unión y se denomina junta o unión adhesiva. La adherencia se puede definir como la capacidad de transferir una fuerza procedente del adherente a través de la unión adhesiva. De hecho, la adherencia será tanto mayor cuanto mayor sea la energía mecánica que puede absorber la unión adhesiva. En consecuencia, se cuantifica la adherencia por la fuerza que se puede aplicar a la unión adhesiva hasta el instante en que se manifiesta la disminución de dicha adherencia.

Para cuantificar la adherencia se somete a la unión adhesiva a un esfuerzo mecánico hasta la rotura o pérdida de cohesión de la unión adhesiva, se obtendrá así un valor de energía que puede absorber dicha unión adhesiva. La fuerza aplicada en una unidad de superficie se traduce en presión expresada en:

$1 \text{ MPa} = 10^6 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ N/mm}^2 \approx 10 \text{ Kp/cm}^2$. Se disponen de dos métodos normalizados para obtener dichos valores:

- Cizallamiento o cizalladura. Se aplica una fuerza paralela al plano de la unión adhesiva.
- Tracción. Se aplica una fuerza perpendicular al plano de la unión adhesiva
- Adherencia mecánica. Basada en la cohesión del adhesivo en el proceso de hidratación de la pasta de cemento donde se produce principalmente silicato cálcico que permite un acoplamiento mecánico entre unión adhesiva y adherente. Dependerá de la textura, porosidad y capilaridad del adherente y del poder de penetración de la unión adhesiva en poros y capilares (directamente relacionado con su capacidad humectante).
- Adherencia química. Basada en la química orgánica aportada por las resinas poliméricas que incorporan los adhesivos modificados por éstas y que les confiere mejoras tanto en propiedades en fresco como en las propiedades finales.

1.4.2.4 Deslizamiento reducido (T).

El deslizamiento es el movimiento descendente de una baldosa colocada en una capa de adhesivo peinado sobre una superficie vertical y se determina según la norma UNE EN 1308. Cuando éste deslizamiento es prácticamente nulo, según el mencionado ensayo, el adhesivo se denomina de deslizamiento reducido y se codifica con la letra T, siendo de utilidad en determinados tipos de colocaciones sobre todo en superficies verticales o inclinadas.¹³

1.4.2.5 Deformaciones.

La deformación es, en sentido generalizado, el cambio geométrico que experimenta un cuerpo no rígido bajo la acción de las fuerzas externas y de volumen o de inercia que a él se aplican. Al deformarse un cuerpo, las partículas cambian de posición. Así, al aplicar las cargas P_1, P_2, \dots, P_i al cuerpo de la (figura 2) un segmento PQ se deforma pasando a la posición P'Q'. E Una deformación es el cambio de forma que sufre un objeto cuando es sometido a una fuerza que afecta su estructura física.

Toda deformación puede ser un cambio en las dimensiones de un cuerpo o en la textura de su superficie, es decir puede cambiar de longitud, área o volumen que puede aumentar o disminuir según se le aplique una fuerza para estirar o para compactar. Existen dos tipos de deformación de un objeto, cuando éste se transforma bajo una fuerza y es capaz de recuperar su forma original se denomina deformación elástica, cuando el objeto no tiene la capacidad de recuperar su forma original una vez que se le deja de aplicar la fuerza, se denomina deformación plástica.

Todos los materiales son deformables algunos de ellos requieren de una fuerza muy pequeña para lograrlo otros de una mayor. Existen materiales que bajo la aplicación de una fuerza pequeña sufren una deformación elástica pero que al sobrepasar cierto límite elástico la deformación se vuelve irreversible o plástica.¹⁴

Cuando la deformación se define como el cambio por unidad de longitud en una dimensión lineal de un cuerpo, el cual va acompañado por un cambio de esfuerzo, se denomina deformación unitaria debida a un esfuerzo. Es una razón o número no dimensional, y es, por lo tanto, la misma sin importar las unidades expresadas, su cálculo se puede realizar mediante la siguiente expresión; $e = \Delta L / L$ (14) donde:

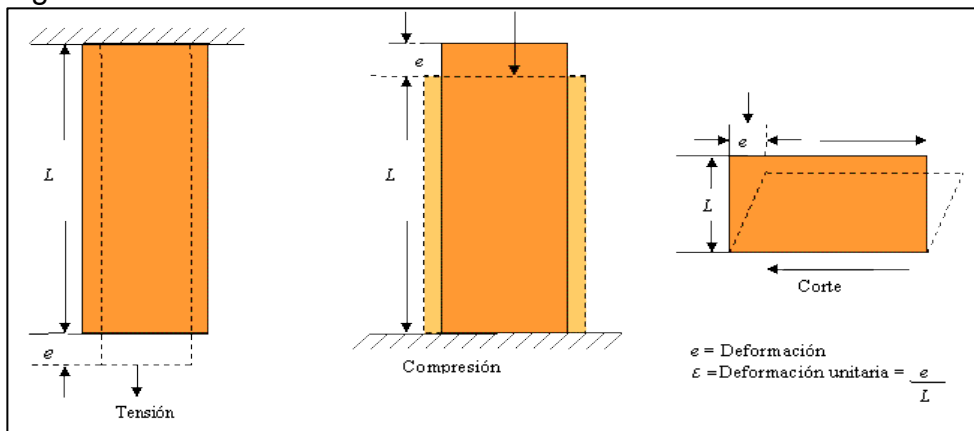
¹³ COAATMCA. Adhesivos para la construcción [en línea]. Mayorca: La Empresa [citado 24 julio, 2015]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.coaatmca.com/docs/default-source/publicaciones-digitales/adhesivos-para-la-colocaci%C3%B3n-de-baldosas-cer%C3%A1micas.pdf?sfvrsn=4>>

¹⁴ EJEMPLO DE. Deformación [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 24 julio, 2015]. Disponible en Internet: <URL: http://www.ejemplode.com/37-fisica/3034-ejemplo_de_deformacion.html>

- e : es la deformación unitaria
- e : es la deformación
- L : es la longitud del elemento

Si un cuerpo es sometido a esfuerzo tensivo o compresivo en una dirección dada, no solo ocurre deformación en esa dirección (dirección axial) sino también deformaciones unitarias en direcciones perpendiculares a ella (deformación lateral). Dentro del rango de acción elástica la compresión entre las deformaciones lateral y axial en condiciones de carga uniaxial (es decir en un solo eje) es denominada relación de Poisson. La extensión axial causa contracción lateral, y viceversa.¹⁵

Figura 4. Proceso de deformación



Fuente. UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Esfuerzo y deformación [en línea]. Palmira: La Empresa [citado 24 julio, 2015]. Disponible en Internet: <URL: http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/palmira/5015/lecciones/lec2/2_5.htm>

Los esfuerzos mecánicos a los que estará sometido el sistema pueden ser de tracción, compresión, flexión y cizalladura según ubicación, uso y características propias de los materiales que componen el sistema. La deformabilidad se considera una característica opcional en los adhesivos cementosos y se mide a través de esfuerzos a flexión (deformación transversal, UNE-EN 12002) y de cizalladura (DIN 53265). Se pueden diferenciar diferentes tipos de deformación:

- Permanentes. Por cargas estáticas o por retracción de soporte.
- Periódicas o variables. Por dilatación térmica lineal, expansión por humedad, vibraciones, cargas dinámicas o soportes inestables.

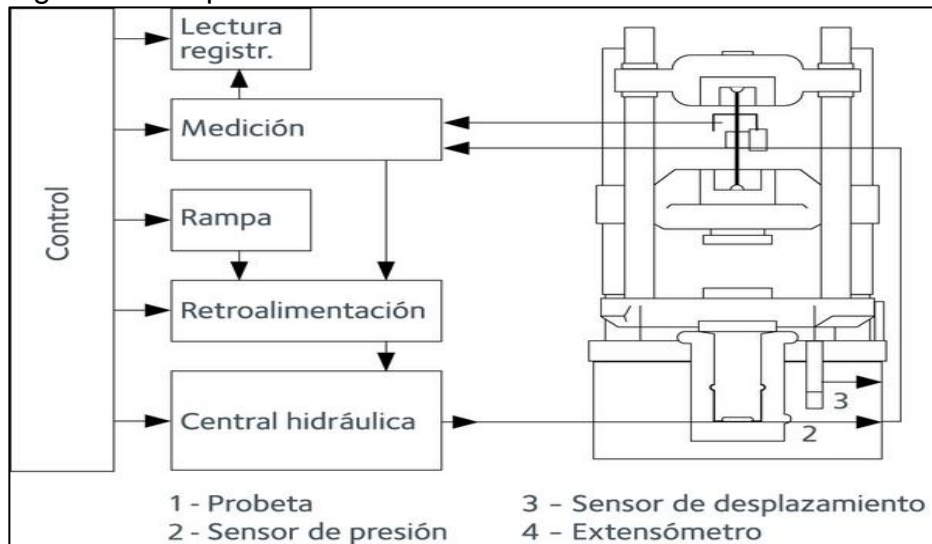
¹⁵ UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Esfuerzo y deformación [en línea]. Palmira: La Empresa [citado 24 julio, 2015]. Disponible en Internet: <URL: http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/palmira/5000155/lecciones/lec2/2_5.htm>

La deformabilidad de los adhesivos y morteros de rejunto cementosos se vincula a la norma UNE-EN 12002 que los clasifica según este parámetro de deformación transversal (flexión).¹⁶

- Deformación tangencial unitaria. “Deformación lateral de un cuerpo causada por un esfuerzo cortante, que se define como la tangente del ángulo de distorsión de la deformación. También llamada deformación por cizallamiento, distorsión angular unitaria”.¹⁷

- Tracción – resistencia. Todo cuerpo en movimiento se verá sometido a la acción de una fuerza que se opone a dicho desplazamiento, esta fuerza es conocida como resistencia. Veámoslo con un ejemplo; un automóvil se desplaza en una ruta a una velocidad constante, verán que el motor empuja el vehículo permanentemente con una fuerza determinada (tracción) sin que por ello aumente la velocidad. Esto es debido a la acción de otra fuerza de igual magnitud pero de sentido contrario (principio de acción y reacción), esta fuerza es la resistencia.¹⁸

Figura 5. Máquina de tracción directa



Fuente. ARCELORMITTAL. Máquina de tracción [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 24 julio, 2015]. Disponible en Internet: <URL: http://automotive.arcelormittal.com/europe/product_definition/ES>

¹⁶ CONSTRUMATICA. Adherencia y deformabilidad [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 24 julio, 2015]. Disponible en Internet: <URL: <http://blog.construmatica.com/adherencia-y-deformabilidad/>>

¹⁷ DICCIONARIO DE ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN. Deformación [en línea]. Buenos Aires: La Empresa [citado 24 julio, 2015]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.parro.com.ar/definicion-de-deformaci%F3n+unitaria>>

¹⁸ TRIPOD. Tracción y resistencia [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 24 julio, 2015]. Disponible en Internet: <URL: <http://bsas-vac.tripod.com/Dfc/Vuelo1/Fisica/traccionresistencia.htm>>

1.4.2.6 Ensayos de tracción. El ensayo de tracción tiene por objetivo definir la resistencia elástica, resistencia última y plasticidad del material cuando se le somete a fuerzas uni axiales.

Los ensayos a tracción se realizan para obtener las características mecánicas del material. Mediante el ensayo se traza el diagrama de la relación que existe entre la fuerza F , que estira la probeta, y el alargamiento (DI) de ésta. Para que los resultados de los ensayos que se realizan con probetas del mismo material, pero de distintas dimensiones, sean comparables, el diagrama de tracción se lleva a otro sistema de coordenadas. En el eje de las ordenadas se coloca el valor del esfuerzo normal que surge en la sección transversal de la probeta

$$\sigma = \frac{F}{A_0}$$

Donde A_0 es el área inicial de la sección de la probeta, y sobre el eje de las abscisas, los alargamientos unitarios.

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$$

Donde l_0 es la longitud inicial de la probeta. Este diagrama se denomina diagrama convencional de tracción (diagrama de esfuerzos convencionales ó de ingeniería), puesto que los esfuerzos y los alargamientos unitarios se calculan, respectivamente, referente al área inicial de la sección y a la longitud inicial de la probeta.¹⁹

1.4.2.7 Cuerpo principal. Para la realización de la misma se tomó en cuenta, la norma técnica colombiana NTC 4381, la cual hace referencia sobre especificaciones para morteros de ligante mezclado (cemento Portland – látex), para este caso el mortero se cambió por los respectivos pegantes Pegacor y Portland. Los puntos específicos de la norma fueron, numeral 4.3 que hace referencia a deslizamientos en superficies verticales y el numeral 5.2.2 del cual es Resistencia a la tracción de morteros para especímenes cerámicos.

En el capítulo siguiente se mostrara el respectivo ensayo paso por paso con imágenes y sus resultados respectivos.

¹⁹ UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA. Tracción [en línea]. Pereira: La Empresa [citado 24 julio, 2015]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.utp.edu.co/~gcalle/Contenidos/Traccion1.htm>>

2. DESLIZAMIENTO EN SUPERFICIES VERTICALES

En este ensayo consta de fundir una placa de concreto, en la misma, se le adiciona una regla metálica y en la parte inferior de la regla se coloca cinta de enmascarar de 25 mm de ancho, inmediatamente se aplica una delgada capa de pegante y se pasa la llana dentada, después se le vuelve aplicar otra capa gruesa de pegante y ahora se pasa la llana pero dentada con un ángulo de 60°. Se retira la cinta y se coloca en ese espacio barras espaciadoras de ciertas dimensiones, se coloca la baldosa y se le coloca un peso de 50 N por 30 segundos. Luego de este proceso se levanta inmediatamente la losa y se deja verticalmente y se deja durante un tiempo de 20 min, pasado este tiempo se registra el deslizamiento siendo mayor o igual a 2 milímetros.

Materiales:

- Losa de mortero de dimensiones (50x50x10) cm
- Regla metálica
- Cinta de enmascarar de 25 mm de ancho
- Barras espaciadoras de dimensiones (2.5x2.5x1.0) cm
- Llana lisa/dentada de dimensiones 6mm x 6mm
- Baldosas para cerámica de dimensiones de (20x20) cm
- Calibrador

En la siguiente figura se observa la fundición de placa para la realización del ensayo.

Figura 6. Fundición de placa de mortero



Fuente. Los Autores

Figura 7. Placa de mortero con superficie lisa para tiempo de fraguado



Fuente. Los Autores

2.1 ENSAYO PEGANTE PEGACOR

- Placa de mortero con regla metálica y cinta de enmascarar

Figura 8. Placa de mortero con cinta de enmascarar y regla metálica



Fuente. Los Autores

- Aplicación de la segunda capa de pegante Pegacor, pasándole llana dentada

Figura 9. Aplicación de segunda capa pegante Pegacor la placa



Fuente. Los Autores

Figura 10. Pasada de llana dentada con inclinación de 60° a capa gruesa de pegante Pegacor



Fuente. Los Autores

- En la figura se muestra la colocación de baldosa con barras espaciadoras y peso de 50 N por 30s.

Figura 11. Aplicación de peso de 50 N a la baldosa durante 30s



Fuente. Los Autores

Figura 12. Aplicación de peso de 50 N a la baldosa durante 30s



Fuente. Los Autores

- Levantamiento de losa verticalmente y lectura de deslizamiento después de 20 min.

Figura 13. Posición vertical de la baldosa con pegante Pegacor



Fuente. Los Autores

Figura 14. Lectura de deslizamiento vertical después de 20 min



Fuente. Los Autores

- Mismo proceso para tres baldosas diferentes (secuencia en fotos)

Figura 15. Proceso anterior con baldosa N.2



Fuente. Los Autores

Figura 16. Lectura de distancia entre baldosa y regla metálica, baldosa N.2



Fuente. Los Autores

2.2 ENSAYO PEGANTE PORTLAND

Se ejecuta el mismo proceso de acuerdo a la norma utilizando la misma losa y materiales, su cambio es el pegante Portland que contiene látex.

- Colocación de la primera capa látex en losa.

Figura 17. Aplicación de primera capa delgada de pegante Portland a la placa



Fuente. Los Autores

- Aplicación de la segunda capa con llana dentada y barras espaciadoras.

Figura 18. Segunda capa de pegante Portland con pasada de llana dentada y barras espaciadoras



Fuente. Los Autores

- Colocación vertical de losas y toma de deslizamiento para baldosas 1 y 2.

Figura 19. Baldosas números 1 y 2 en posición vertical con pegante Portland



Fuente. Los Autores

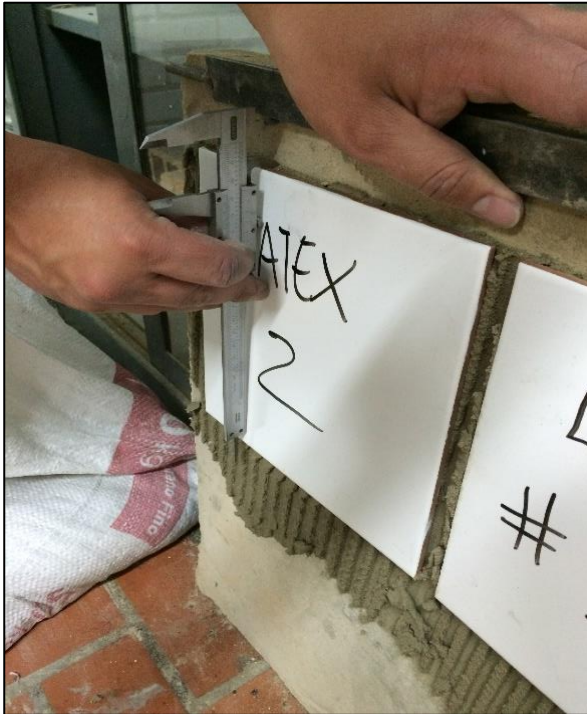
- En la siguiente figura se hace respectiva lectura de deslizamiento de baldosa.

Figura 20. Lectura de deslizamiento después de 20 min baldosa N.1



Fuente. Los Autores

Figura 21. Lectura de deslizamiento después de 20 min baldosa N.2



Fuente. Los Autores

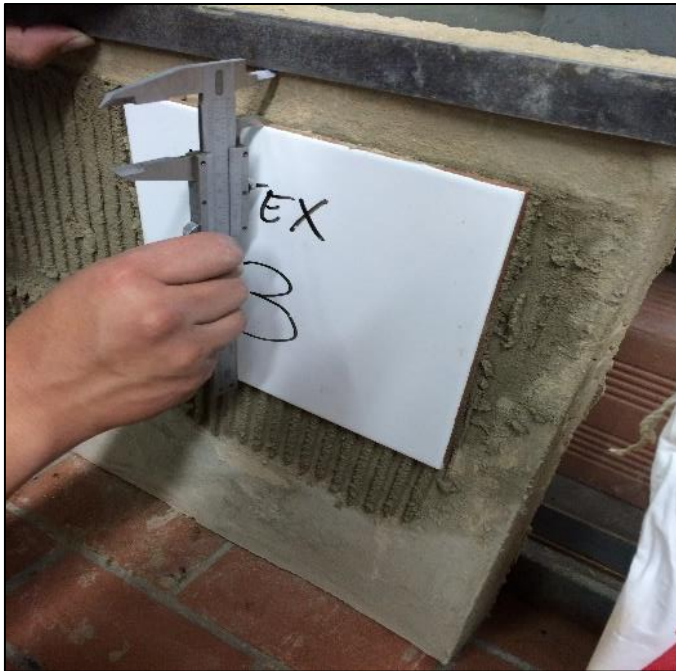
- Tercera Baldosa con su respectiva medición.

Figura 22. Baldosa número 3 en posición vertical con pegante Portland



Fuente. Los Autores

Figura 23. Lectura de deslizamiento vertical después de 20 min, baldosa N.3



Fuente. Los Autores

2.3 RESULTADOS

2.3.1 Pegante Pegacor.

➤ PRIMERA BALDOSA

- Distancia entre regla y baldosa: 26 mm
- Medición de baldosa en sentido vertical después de 20 min: 27mm
- Desfase: 1mm (cumple)

➤ SEGUNDA BALDOSA

- Distancia entre regla y baldosa: 25.9 mm
- Medición de baldosa en sentido vertical después de 20 min: 27.5 mm
- Desfase: 1.6 mm (cumple)

➤ TERCERA BALDOSA

- Distancia entre regla y baldosa: 26 mm
- Medición de baldosa en sentido vertical después de 20 min: 27.2
- Desfase: 1.2 mm (cumple)

2.3.2 Pegante Portland.

➤ PRIMERA BALDOSA

- Distancia entre regla y baldosa: 27.8 mm
- Medición de baldosa en sentido vertical después de 20 min: 28 mm
- Desfase: 0.2 mm (cumple)

➤ SEGUNDA BALDOSA

- Distancia entre regla y baldosa: 26 mm
- Medición de baldosa en sentido vertical después de 20 min: 26.3 mm
- Desfase: 0.3 mm (cumple)

➤ TERCERA BALDOSA

- Distancia entre regla y baldosa: 26 mm
- Medición de baldosa en sentido vertical después de 20 min: 26.5 mm
- Desfase: 0.5 mm (cumple)

3. RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE MORTEROS (PEGANTE) PARA ESPECÍMENES CERÁMICOS

Este ensayo consta en preparar cierta mezcla de pegante, para este caso pegante Portland y Pegacor. Aplicar la mezcla a una baldosa de dimensiones específicas. Diseñar unas platinas el cual tengas las dimensiones dadas para que pueda ser utilizada en la maquina a tracción y ser adherida a la baldosa de cerámica, para la colocación de la platina a la baldosa se utiliza un adhesivo epóxico el cual tiene que tener una gran resistencia para la realización del ensayo. Colocado la platina en la baldosa se le adhieren unas barras de acero de cierto diámetro para que la maquina a tracción directa tenga agarre. Preparadas las muestras se prepara la máquina, para poder determinar la fuerza adhesiva aplicándole una velocidad constante. Requisito para cumplir este ensayo es para los pegantes de fraguado rápido tiene que ser mayor o igual a 0.5MPa luego de 24 horas de pegado.

Materiales:

- Baldosas de dimensiones de (15x10) cm
- Platinas de dimensiones de (4.0X4.0X1.0) cm
- Barras de acero dimensiones de 8 y 4 cm de long. con un diámetro de 1.5 cm.
- Máquina de tracción directa (suministrado por la (UCC).

3.1 PEGANTE PEGACOR

- Preparación de mezcla homogénea.

Figura 24. Preparación de pegante Pegacor para mezcla homogénea



Fuente. Los Autores

- Aplicación del pegante a la baldosa y pasada de llana dentada.

Figura 25. Aplicación de mezcla homogénea a baldosa



Fuente. Los Autores

En la siguiente figura se muestra la aplicación de llana dentada en la baldosa.

Figura 26. Pasada de llana dentada con inclinación de 60° a baldosa con pegante Pegacor



Fuente. Los Autores

- Colocación de pesa de acuerdo a norma.

Figura 27. Colocación de peso de 20 N a baldosa durante 30s.



Fuente. Los Autores

3.2 PEGANTE PORTLAND

- En la siguiente figura se observa la preparación de mezcla homogénea.

Figura 28. Pegante Portland lista para preparación



Fuente. Los Autores

Figura 29. Agregación de agua al pegante para generar mezcla homogénea



Fuente. Los Autores

Figura 30. Mezcla homogénea de pegante Portland



Fuente. Los Autores

- Aplicación del pegante a la baldosa y pasada de llana dentada

Figura 31. Aplicación de llana dentada con ángulo de 60° a baldosa



Fuente. Los Autores

Pasado luego de 24 horas, cuando el pegante haya fraguado y obtenga su máxima fuerza se le adicionan las platinas y las barras de acero a la baldosas, para lograr una adhesión de la platina a la baldosa se utilizó un adhesivo epoxico, el cual es muy resistente, para las barras con la platina se utiliza soldadura, específicamente se usa dos puntos por cada lado para un total de 4 puntos por baldosa.

Figura 32. Adición de platinas y barras de acero para baldosas con contenidos de pegante Pegacor y Portland



Fuente. Los Autores

Figura 33. Barras de acero con longitud de 4 y 8 cm por lado y lado de la baldosa



Fuente. Los Autores

Instalada estos implementos en las baldosas, se procede a colocar la baldosa en la máquina de tracción directa, se ajusta y se le empieza aplicar fuerza a tracción.

Figura 34. Máquina de tracción directa



Fuente. Los Autores

3.3 ENSAYO TRACCIÓN PEGANTE PEGACOR

En la siguiente imagen se observa la colocación de baldosa a la máquina de tracción directa.

Figura 35. Instalación de baldosa con pegante Pegacor a máquina de tracción directa



Fuente. Los Autores

Figura 36. Instalación finalizada de baldosa a Máquina de tracción directa con deformímetro



Fuente. Los Autores

En la imagen se observa la baldosa cuando se le aplica fuerza a tracción.

Figura 37. Falla de baldosa con pegante Pegacor



Fuente. Los Autores

Figura 38. Lectura de registro de fuerza a tracción suministrada por la máquina, para la baldosa



Fuente. Los Autores

En la figura se muestra el desprendimiento de la baldosa cuando le es aplicada fuerza a tracción.

Figura 39. Pegante Pegacor cuando llega a la falla



Fuente. Los Autores

3.4 ENSAYO TRACCIÓN PEGANTE PORTLAND

En la imagen se observa de colocación de baldosa con pegante Portland a la máquina de tracción directa.

Figura 40. Instalación de baldosa con pegante Portland a máquina de tracción directa



Fuente. Los Autores

Figura 41. Instalación finalizada de baldosa lista para ser sometida a tracción



Fuente. Los Autores

En la figura se muestra la baldosa cuando falla debido a la carga a tracción que se le aplica.

Figura 42. Pegante Portland cuando llega a la falla



Fuente. Los Autores

En la figura se muestra el funcionamiento de máquina de tracción directa

Figura 43. Baldosa con pegante Portland en falla



Fuente. Los Autores

En la siguiente figura muestra el resultado de la fuerza aplicada a la baldosa

Figura 44. Máquina de tracción directa con su respectiva carga a tracción dada en Kilogramos (Kg)



Fuente. Los Autores

3.5 RESULTADOS ENSAYO TRACCIÓN

3.5.1 Pegante Pegacor.

- Fuerza Resistida por el pegante a tracción. 130 Kg/cm²
- Deformación. 22 milésimas de pulgada
- Fuerza dada en Mega Pascales. 12.74864 MPa (cumple)

3.5.2 Pegante Portland.

- Fuerza Resistida por el Pegante a tracción. 180 Kg/cm²
- Deformación. 24 milésimas de pulgada
- Fuerza dada en Mega Pascales. 17.6519701 MPa (cumple)

3.6 TABLA DE COMPARACIÓN TÉCNICA DE PEGANTES PARA CERÁMICA

En la siguiente tabla se observa los resultados de los ensayos utilizados por la norma NTC 4381, el cual muestra su comportamiento al momento de ser sometido a estos ensayos y a su vez mirar cual es el más favorable y recomendado para ser utilizado como pegante para cerámica.

Cuadro 1. Comparación técnica de pegantes para cerámica

COMPARACION TECNICA DE PEGANTES PARA CERAMICA							
PEGACOR				PORTLAND			
DESPLAZAMIENTO EN SUPERFICIES VERTICALES				DESPLAZAMIENTO EN SUPERFICIES VERTICALES			
	VALOR INICIAL	VALOR FINAL	DESFASE		VALOR INICIAL	VALOR FINAL	DESFASE
BALDOSAS N.1	26mm	27mm	1mm	BALDOSAS N.1	27.8mm	28mm	0.2mm
BALDOSAS N.2	25.9mm	27.5mm	1.6mm	BALDOSAS N.2	26mm	26.3mm	0.3mm
BALDOSAS N.3	26mm	27.2mm	1.2mm	BALDOSAS N.3	26mm	26.5mm	0.5mm
REQUISITO : El deslizamiento debe ser menor o igual a 2mm							
despues de mantener el sistema en posicion vertical por un							
tiempo de 20 minutos.							
COMPARACION TECNICA DE PEGANTES PARA CERAMICA							
PEGACOR				PORTLAND			
RESISTENCIA A LA TRACCION DE PEGANTES PARA CERAMICA				RESISTENCIA A LA TRACCION DE PEGANTES PARA CERAMICA			
FUERZA RESISTIDA(Kg/cm2)	DESPLAZAMIENTO	ESFUERZO EN MPa		FUERZA RESISTIDA (Kg/cm2)	DESPLAZAMIENTO	ESFUERZO EN MPa	
130	22	12.74		180	24	17.65	
REQUISITO: Pegantes de fraguado normal: mayor o igual a 0.7 Mpa							
Pegantes de fraguado rapido: mayor o igual a 0.5 Mpa luego de 24h de pegado							

Fuente. Los Autores

4. MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO (MEB)

4.1 DEFINICIÓN

La microscopía electrónica de barrido (MEB) es una técnica de análisis superficial, que consiste en enfocar sobre una muestra electro densa (opaca a los electrones) un fino haz de electrones acelerado con energías de excitación desde 0.1kV hasta 30kV. El haz de electrones se desplaza sobre la superficie de la muestra realizando un barrido que obedece a una trayectoria de líneas paralelas. La variación morfológica de la muestra entrega diversas señales (electrones secundarios, electrones retro dispersados, emisión de rayos X, etc.) que son recogidas por distintos detectores; los cuales permiten la observación, caracterización y microanálisis superficial de materiales tanto orgánicos como inorgánicos.

4.2 FUNCIONAMIENTO

Un microscopio electrónico de barrido funciona con un haz de electrones producido por una fuente de electrones que puede ser un cañón termoiónico (filamento de tungsteno o de hexaboruro de lantano) o un cañón de emisión de campo FEG, de las siglas en inglés Field Emission Gun. Al cañón se le aplica un potencial eléctrico que acelera el haz de electrones hacia la columna, éste es focalizado por medio de lentes electromagnéticas sobre la muestra (toda la trayectoria de los electrones debe estar en vacío, de lo contrario, los electrones colisionarían con las moléculas de aire y serán absorbidos). Los electrones chocan e interactúan con la muestra produciendo varias señales que podrán ser recogidas de acuerdo a los detectores presentes. La amplificación de la imagen se produce por un conjunto de lentes electromagnéticas que mediante un tratamiento adecuado de las señales electrónicas son proyectadas en un tubo de rayos catódicos (CRT).²⁰

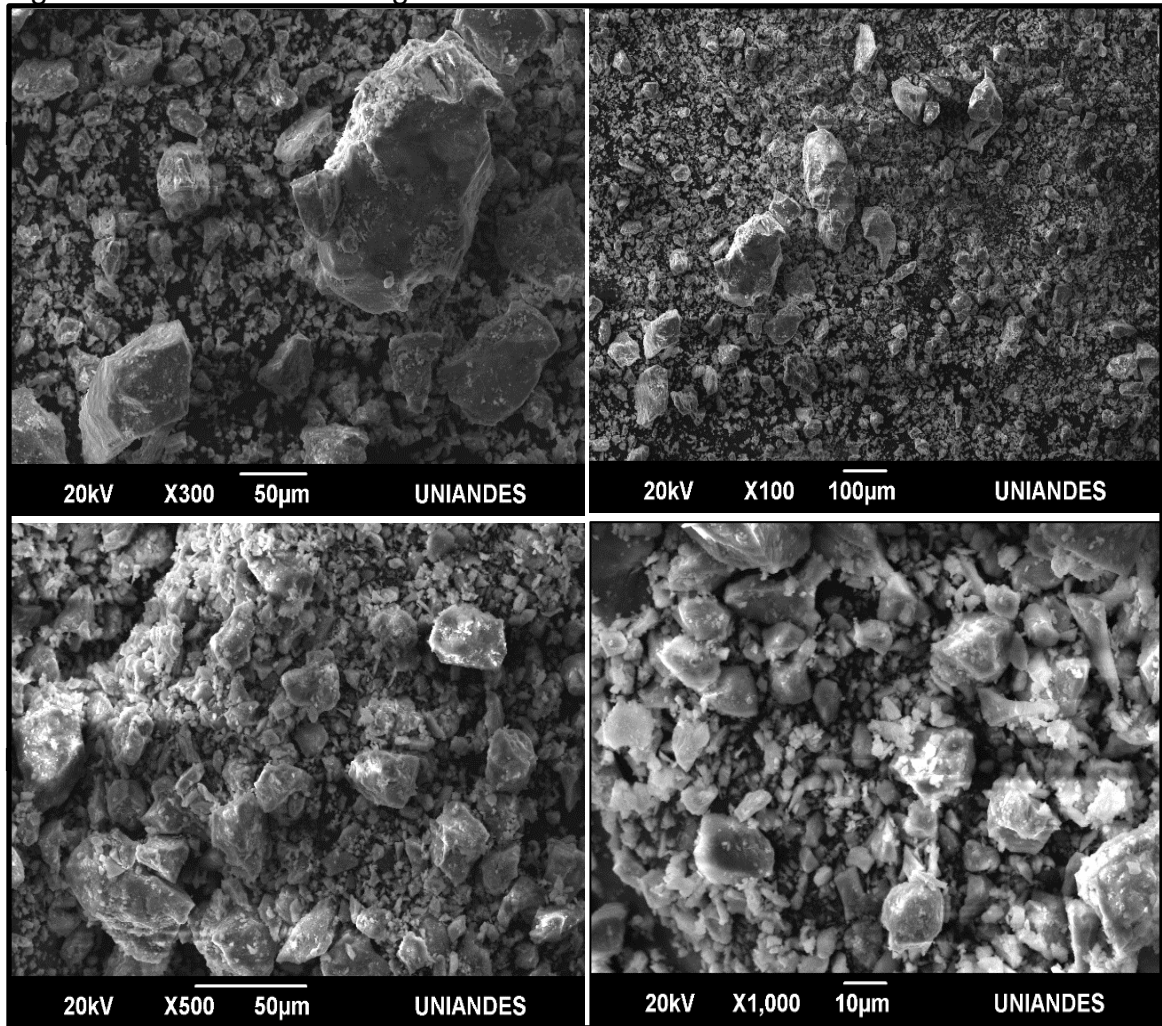
Las muestras de Pegacor y Portland (polímeros y látex) fueron sometidas en el microscopio electrónico de barrido. En donde se realiza captura de imágenes a resoluciones muy altas, y analizar su composición química, este proceso tiene como nombre análisis EDS, de forma cualitativa, muestra los resultados de forma gráfica y numérica.

A continuación se muestra figuras de partículas que componen la muestra a diferentes acercamientos.

²⁰ UNIVERSIDAD DE LOS ANDES. MEB [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 24 julio, 2015]. Disponible en Internet: <URL: <https://investigaciones.uniandes.edu.co/index.php/es/centro-de-microscopia/microscopio-electronico-de-barrido-meb/descripcion-de-la-tecnica-meb>>

4.3 ANÁLISIS MICROSCÓPICO PEGANTE PEGACOR

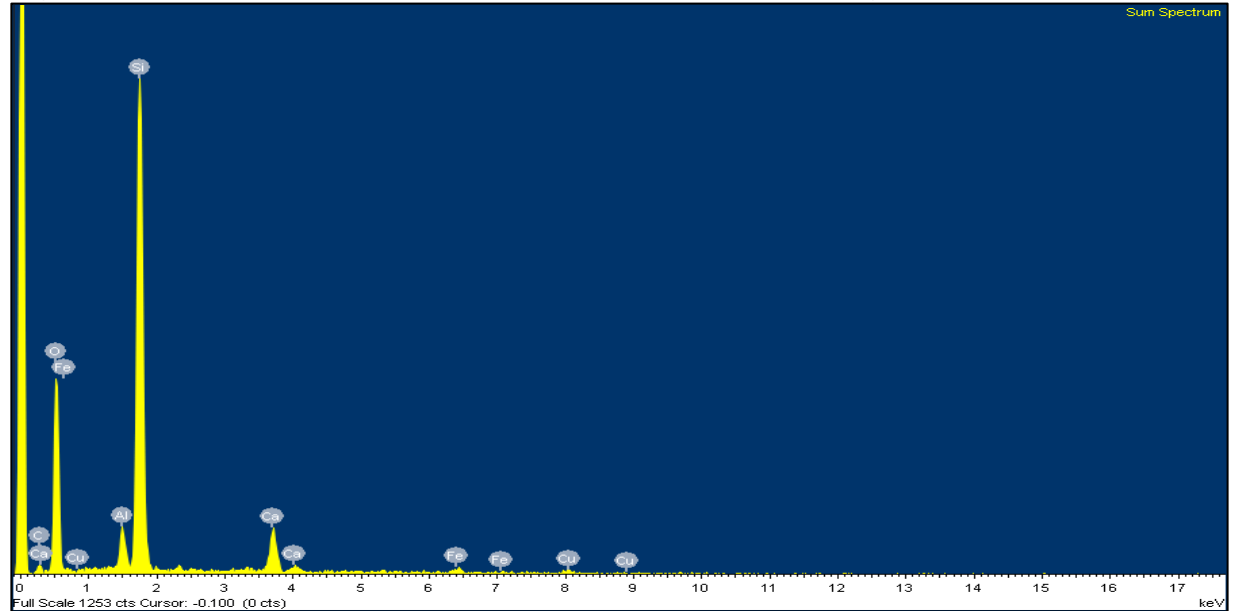
Figura 45. Partículas de Pegacor a diferentes acercamientos



Fuente. Los Autores

La composición y tamaño de partícula que contiene la muestra, en este caso Pegacor. Haciendo el análisis EDS se demostró que este material tiene gran cantidad de silicio. Novedad que se encontró con el pegante Portland fue que el Pegacor tiene contenido de hierro, es poco pero hace presencia sobre este material, también hay gran cantidad de oxígeno, aluminio, calcio. En la siguiente figura se muestra el espectro obtenido por el microscopio electrónico de barrido para la muestra Pegacor sobre una partícula, en donde aclara la composición química de la misma.

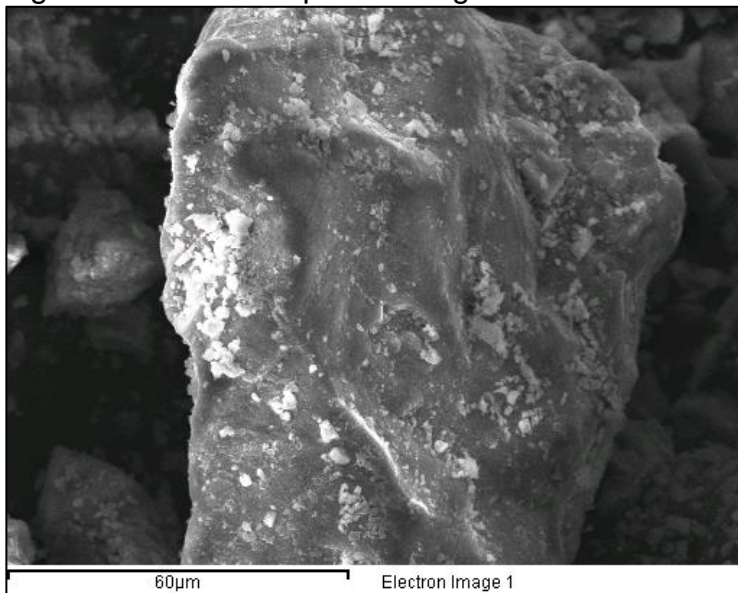
Figura 46. Espectro de composición química de partícula Pegacor



Fuente. Los Autores

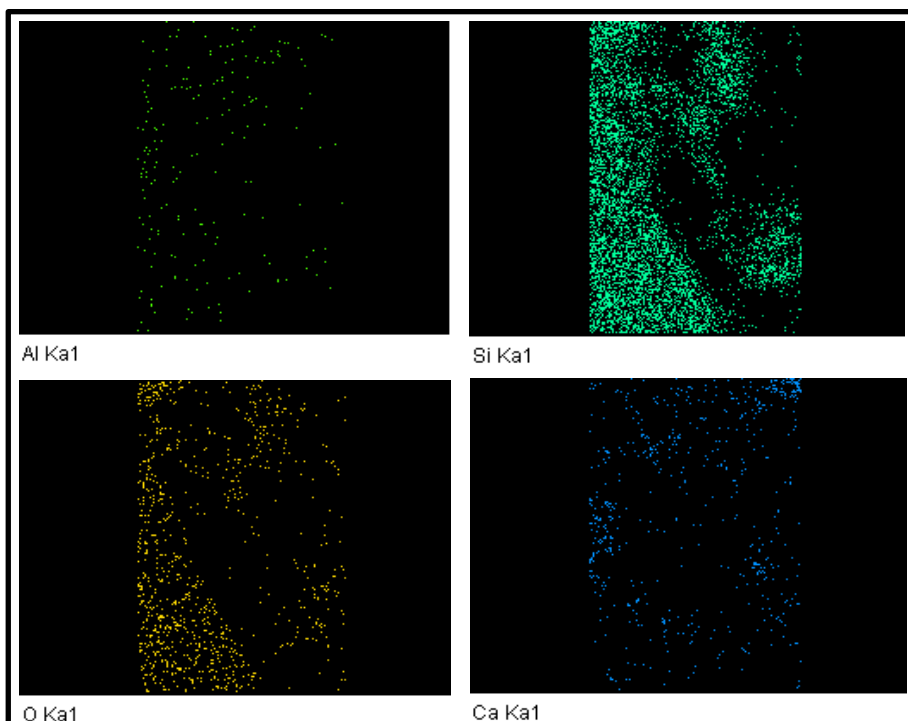
En la Figura 48 se muestra por medio de figuras la composición química de cierta partícula de Pegacor, donde se observa en que cierta parte de la partícula ocupa más este elemento. Específicamente se observara los elementos: aluminio, silicio, oxígeno y calcio (véase la Figura 48). La siguiente es la partícula analizada para observar su composición

Figura 47. Partícula química Pegacor



Fuente. Los Autores

Figura 48. Elementos químicos encontrados en la partícula Pegacor



Fuente. Los Autores

En la figura anterior se observa con exactitud la gran cantidad que ocupa el silicio en toda la partícula, siendo este el elemento más primordial de la muestra, una de las propiedades del silicio es la resistencia a los ácidos. Enseguida del silicio va el oxígeno, en tercera parte va el calcio y por último el aluminio siendo este un elemento muy bajo en la muestra. El análisis EDS para analizar qué elementos químicos se encuentran en la partícula se deja por un tiempo de un minuto (1 min) en el microscopio MEB. A partir de la siguiente tabla se muestra la cantidad exacta de elementos químicos encontrados en la partícula, indicando concentración del elemento, peso y porcentaje atómico.

Cuadro 2. Elementos químicos de la partícula Pegacor

ELEMENT	CONCENTRATION	INTENSITY	WEIGHT	WEIGHT %	ATOMIC %
C	3.29	0.2368	9.52	2.44	15.73
O	41.76	0.6717	42.58	1.79	52.79
AL	0.8	0.8897	0.62	0.21	0.45
Si	53.85	0.9477	38.91	1.49	27.48
Ca	7.05	0.9398	5.13	0.42	2.54
Cu	3.74	0.791	3.24	0.71	1.01

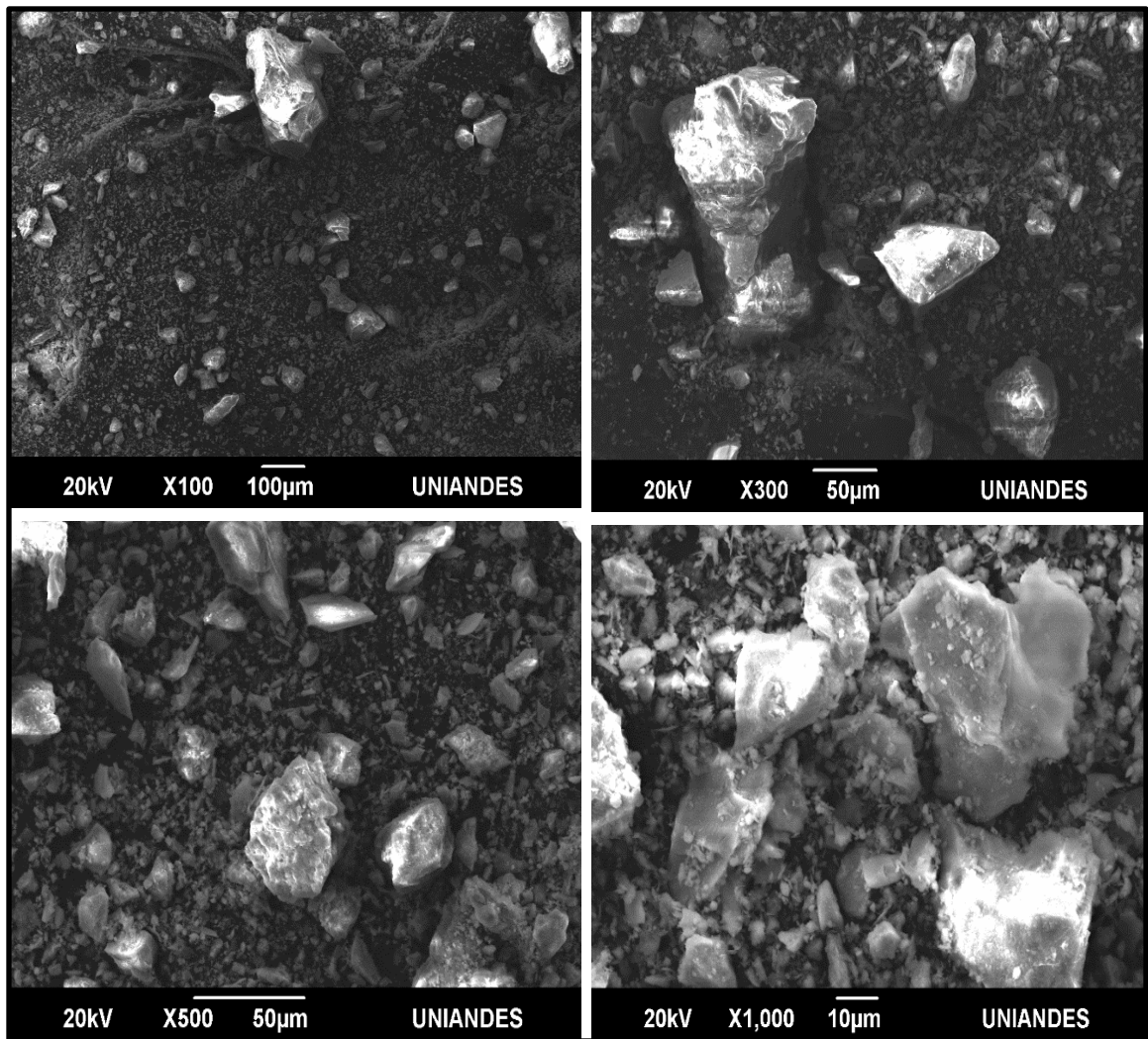
Fuente. Informe laboratorio de microscopia Uniandes

Es importante aclarar que en la tabla sale el elemento cobre (Cu) pero este no hace parte de la muestra ya que para la colocación de las muestras se utilizaron monedas y en su análisis EDS la maquina analizo parte de la moneda.

4.4 ANÁLISIS MICROSCÓPICO PEGANTE PORTLAND

A continuación se observa el tamaño y forma de las partículas a distintos acercamientos.

Figura 49. Forma de partículas a diferentes acercamientos pegante Portland



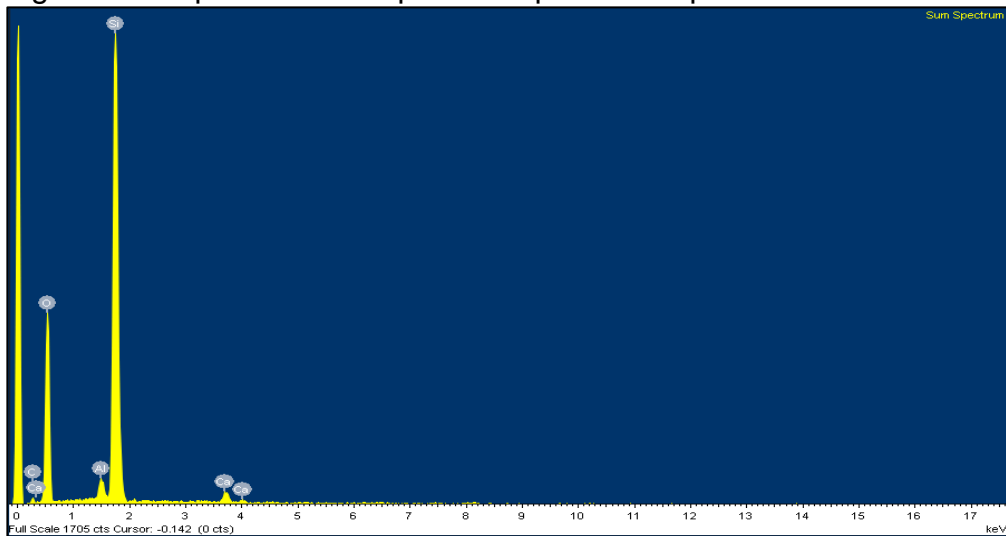
Fuente. Los Autores

Observando estas partículas con las de Pegacor, hay gran diferencia, estas partículas están más disueltas, cristalizadas, este efecto es debido al material natural que es el látex, un caucho proveniente de los árboles. El pegante Portland

tiene una gran cualidad y es que no tiene contenido de hierro, lo cual lo convierte en un material muy proactivo y eficaz.

La siguiente figura muestra el espectro de los elementos químicos encontrados en la muestra Portland.

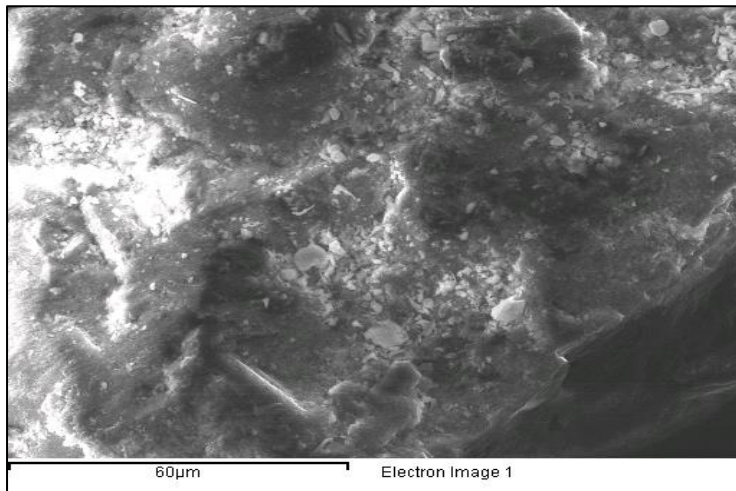
Figura 50. Espectro de composición química de partícula Portland



Fuente. Los Autores

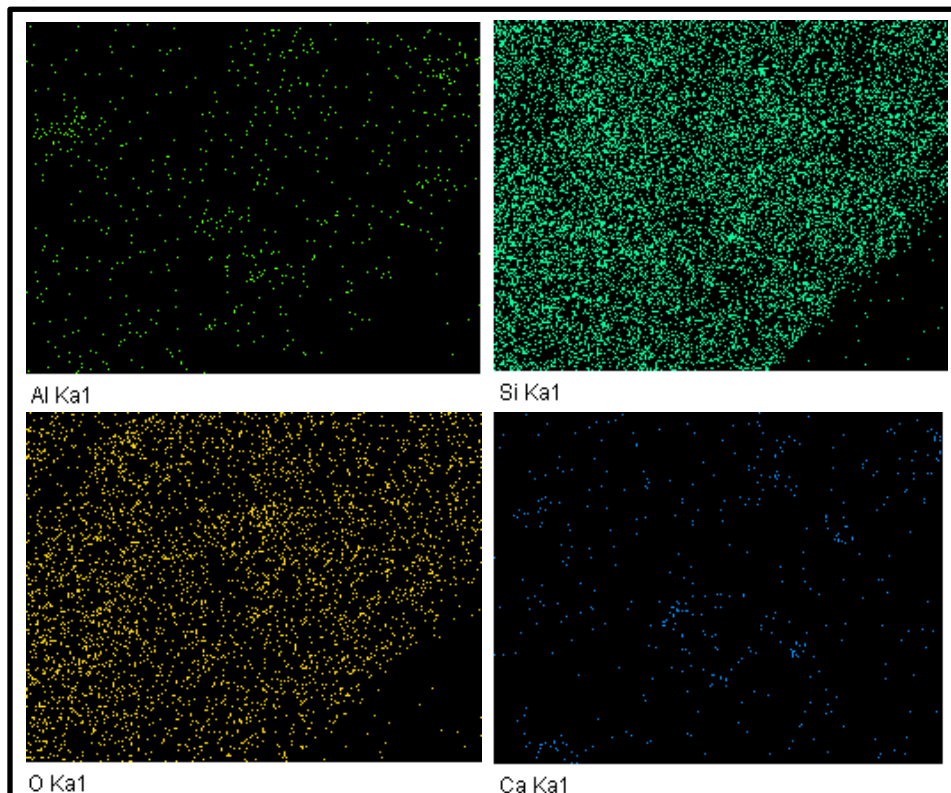
Obtenido el espectro de la partícula, se comenzó a analizar cierta muestra y analizar detalladamente que espacio ocupa el elemento químico, con cuánta concentración y porcentaje se encuentra. Análisis gráfico de aluminio, silicio, oxígeno y calcio.

Figura 51. Partícula de Portland sometida a análisis EDS



Fuente. Los Autores

Figura 52. Elementos químicos encontrados en la partícula Portland



Fuente. Los Autores

En la figura anterior hay gran similitud entre el silicio y el oxígeno, ocupa casi un 90% de la partícula, siendo más potente el oxígeno, consecutivamente sigue el aluminio y por último el calcio. Para obtener valores exactos a continuación se mostrará la tabla de elementos con intensidades, concentraciones y pesos respectivamente.

Cuadro 3. Elementos químicos de la partícula Portland

ELEMENT	CONCENTRATION	INTENSITY	WEIGHTH	WEIGHTH%	ATOMIC%
C	2.26	0.2436	5.54	1.24	8.71
O	82.07	0.887	55.21	1.01	65.16
Al	1.73	0.8958	1.15	0.15	0.8
Si	58.04	0.9438	36.7	0.78	24.67
Ca	2.2	0.9344	1.4	0.15	0.66

Fuente. Informe laboratorio de microscopia Uniandes

5. CONCLUSIONES

Estudiando los materiales de revestimiento con látex y polímeros, se observó que el primero posee un alto índice de estiramiento como también una alta resistencia al rompimiento y al agua, respecto a los materiales de revestimiento con polímeros se investigó y se concluye que es rico en masa molecular, que le hace moldeable cuando es sometido a ciertas temperaturas, que también tiene resistencia a los solventes, resistencia química o resistencia eléctrica dependiendo el uso que se le dé, convirtiéndose en materiales útil para recubrimientos.

Al analizar detalladamente las propiedades de los adhesivos se observa que el Portland es un adhesivo que su tiempo de fraguado es largo, su alcalinidad es permanente y su contenido de hidróxido de calcio libre es alto, su color gris se debe a las impurezas de los óxidos de hierro cromo y manganeso, el Pegacor es un aditivo de fraguado rápido, de base cementosa y de color gris y que sólo requiere ser mezclado con agua, estos dos aditivos son muy similares ya que cumplen con los mínimos requisitos que la norma requiere.

El ensayo de deslizamiento vertical el Portland ofrece un mejor agarre o resultado dado que después de veinte minutos se desliza 0.2 milímetros mientras que el Pegacor oscila entre 1.2 y 1.6 milímetros de deslizamiento, por lo anterior se concluye que la respuesta de desplazamiento vertical mayor es el Portland convirtiéndose en una diferencia mínima.

Se midió la capacidad de adherencia bajo tracción de dos muestras, después del secado el Portland arrojó 180 Kg/cm² de tracción, mientras que el Pegacor arrojó una fuerza de tracción de 130 Kg/cm².

La evaluación de la capacidad de deformación de los adhesivos, el Pegacor arrojó una deformación de 22 milésimas de pulgada, mientras que el Portland muestra una deformación de 24 milésimas de pulgada, convirtiéndose este último en un polímero que tiene un 2% grado más de deformación.

El ensayo de resistencia a la tracción, aplicando la fuerza de tensión se observa que el comportamiento del Portland presenta más propiedades de agarre, por lo tanto se evidencia que las deformaciones son diferentes en una mínima parte.

Los ensayos de laboratorio realizados bajo las normas técnicas de algunos adhesivos para cerámicas, arrojan resultados que hacen que se tengan en cuenta a la hora de escoger que clase de exigencia o requisito es preciso para una determinada aplicación.

La mezcla de adherencia y deformación en un adhesivo cerámico aumenta las propiedades de agarre.

BIBLIOGRAFÍA

ASOCIACIÓN DE FABRICANTES DE MORTEROS Y SATE. Morteros adhesivos [en línea]. Barcelona: La Empresa [citado 24 julio, 2015]. Disponible en Internet: <URL:http://www.anfapa.com/downloads/47_monografia-morteros--adhesivos-y-materiales-de-rejuntado-ok.pdf>

BELTRÁN, M. y MARCILLA A. Tecnología de polímeros. Alicante: Universidad de Alicante, 2012. 276 p.

COATMCA. Adhesivos para la construcción [en línea]. Mayorca: La Empresa [citado 24 julio, 2015]. Disponible en Internet: <URL:<http://www.coatmca.com/docs/default-source/publicaciones-digitales/adhesivos-para-la-colocaci%C3%B3n-de-baldosas-er%C3%A1micas.pdf?sfvrsn=>>

DICCIONARIO DE ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN. Deformación [en línea]. Buenos Aires: La Empresa [citado 24 julio, 2015]. Disponible en Internet: <URL:<http://www.parro.com.ar/definicion-de-deformaci%C3%B3n+unitaria>>

FIXCER. Adhesivos para la construcción [en línea]. Barcelona: La Empresa [citado 24 julio, 2015]. Disponible en Internet: <URL:<http://www.fixcer.com/en/Products/Adhesive-or-waterproofed-Latex/Adiflex.axd>>

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Adhesivos para revestimientos cerámicos determinación de la resistencia a la tracción de los adhesivos cementos NTC 5577. Bogotá: ICONTEC, 2007. 30 p

------. Especificaciones para morteros de ligante mezclado (cemento Portland látex). NTC 4381. Bogotá: ICONTEC, 2007. 32 p.

------. Presentación de Tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación. 6 ed. NTC 1486. Bogotá: ICONTEC, 2004. 36 p.

TRIPOD. Tracción y resistencia [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 24 julio, 2015]. Disponible en Internet: <URL:<http://bsas-vac.tripod.com/Dfc/Vuelo1/Fisica/traccionresistencia.htm>>

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES. MEB [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 24 julio, 2015]. Disponible en Internet: <URL:<https://investigaciones.uniandes.edu.co/index.php/es/centro-de-microscopia/microscopio-electronico-de-barrido-meb/descripcion-de-la-tecnica-meb>>

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Esfuerzo y deformación [en línea]. Palmira: La Empresa [citado 24 julio, 2015]. Disponible en Internet: <URL:

http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/palmira/5000155/lecciones/lec2/2_5.htm>

UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA. Ensayos en materiales polímeros [en línea]. Madrid: La Empresa [citado 24 julio, 2015]. Disponible en Internet: <URL: http://portal.uned.es/portal/page?_pageid=93,25604862,93_25884686&_dad=portal&_schema=PORTAL&idAsignatura=21155076>

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA. Tracción [en línea]. Pereira: La Empresa [citado 24 julio, 2015]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.utp.edu.co/~gcalle/Contenidos/Traccion1.htm>>

WIKIPEDIA. Los polímeros [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 24 julio, 2015]. Disponible en Internet: <URL: <https://es.wikipedia.org/wiki/Pol%C3%ADmero#Historia>>